

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

---



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 12 588.4

**Anmeldetag:** 21. März 2003

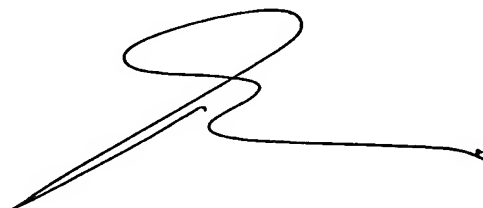
**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Tankleckdiagnose

**IPC:** G 01 M, B 60 K

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 12. November 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag



Dzierzon

21.07.03 Hue

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren zur Tankleckdiagnose

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Verfahren zur  
15 Tankleckdiagnose nach der Gattung des Hauptanspruchs.  
Es ist schon ein Verfahren zur Tankleckdiagnose aus der US  
2002/0139173 A1 bekannt, bei dem die Tankleckdiagnose nach  
dem Abstellen einer Brennkraftmaschine erfolgt. Eine Pumpe  
erzeugt nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine einen  
20 Unterdruck in einem Kraftstofftank. Ein Leck im  
Kraftstofftank wird erkannt durch einen durch das Leck  
verursachten Druckanstieg im Kraftstofftank. Nachteilig ist,  
daß der Unterdruck nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine  
erzeugt wird, da das aus der Tankentlüftungsvorrichtung  
25 abgesaugte Gas nicht mehr der Verbrennung in der  
Brennkraftmaschine zugeführt werden kann. Stattdessen muß  
das Gas aufwendig in einem zusätzlichen Speicher  
zwischengelagert werden, damit es nicht in die Atmosphäre  
gelangt. Außerdem nachteilig ist, daß der Unterdruck durch  
30 eine zusätzliche Pumpe erzeugt wird.

Aus der DE 198 30 234 C2 ist ein Verfahren zur Tankleckdiagnose bekannt, bei dem während des nahezu gesamten Betriebs der Brennkraftmaschine ein konstanter Unterdruck im Kraftstofftank aufrechterhalten wird.

5      Nachteilig ist, daß ein den verflüchtigten Kraftstoff aufnehmender Speicher nicht im vollem Umfang gespült werden kann, wenn der Speicher nahezu während des gesamten Betriebs der Brennkraftmaschine unter einem vorbestimmten Unterdruck gehalten wird. Dadurch ist der Speicher bei einem Abstellen  
10      der Brennkraftmaschine nicht vollständig entleert, so daß die Speicherkapazität des Speichers und eine Beladungszeit, in der der Speicher in einer Beladungsphase Kraftstoff aufnehmen kann, gegenüber einem vollständig regenerierten Speicher verringert ist.

#### Vorteile der Erfindung

20      Das erfindungsgemäße Verfahren zur Tankleckdiagnose mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß es auf einfache Art und Weise vereinfacht wird, indem der Unterdruck zur Tankleckdiagnose im Kraftstofftank erst kurz vor dem Abstellen der Brennkraftmaschine erzeugt wird. Auf diese Weise kann der  
25      Unterdruck in einem sogenannten Ansaugrohr der Brennkraftmaschine zum Unterdruckaufbau im Kraftstofftank genutzt werden, so daß eine zusätzliche Pumpe zur Unterdruckerzeugung und ein zusätzlicher Speicher entfällt.

30      Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

35      Besonders vorteilhaft ist, wenn ein vorbestimmter Unterdruck im Kraftstofftank durch ein Schließen des Strömungselements

und ein zumindest teilweises Öffnen des  
Tankentlüftungsventils erzeugt und anschließend in einer  
Druckregelphase mittels einer Regelung des  
Tankentlüftungsventils annähernd konstant gehalten wird, da  
5 auf diese Weise der Unterdruck nur für eine kurze Zeit  
konstant gehalten werden muß und ein nachteiliger Einfluß  
auf das Regenerieren der Tankentlüftungsvorrichtung  
vermieden wird.

10 Darüber hinaus vorteilhaft ist, wenn die Regelung des  
Unterdrucks auf den konstanten Wert eine Zweipunktregelung  
oder eine kontinuierliche Regelung ist, da der Unterdruck im  
Kraftstofftank auf diese Weise mit einer kleinen  
Regelabweichung um den vorbestimmten Unterdruck geregelt  
15 werden kann.

Weiterhin vorteilhaft ist, wenn das Tankentlüftungsventil  
geschlossen wird, sobald die Brennkraftmaschine abgestellt  
wird, da anschließend die Tankleckdiagnose ablaufen kann,  
20 die den Druckverlauf ausgehend von dem vor dem Abstellen der  
Brennkraftmaschine im Kraftstofftank erzeugten Unterdruck  
überwacht.

Gemäß einem weiteren Vorteil wird der Unterdruck im  
25 Kraftstofftank zur Tankleckdiagnose erst dann erzeugt, wenn  
ein in einer Motorsteuerung gebildetes Abstellsignal ein  
bevorstehendes Abstellen der Brennkraftmaschine  
signalisiert, da auf diese Weise der Unterdruck erst kurz  
vor dem Abstellen der Brennkraftmaschine erzeugt und die  
30 Speicherkapazität des Speichers nicht negativ beeinträchtigt  
wird.

Des weiteren vorteilhaft ist, das Abstellsignal zu erzeugen, sobald aus Kenngrößen der Motorsteuerung ein bevorstehendes Abstellen der Brennkraftmaschine angenommen wird, da es auf diese Weise möglich ist, den Unterdruck im Kraftstofftank erst kurz vor dem Abstellen der Brennkraftmaschine aufzubauen.

Die Kenngrößen der Motorsteuerung sind beispielsweise eine Drehzahl, ein Betriebszustand oder eine Getriebestufe der Brennkraftmaschine. Diese Kenngrößen erlauben beispielsweise einen Rückschluß auf ein mögliches Abstellen der Brennkraftmaschine.

In einer vorteilhaften Ausbildung kann das Abstellsignal erzeugt werden, wenn ein die Brennkraftmaschine ausschaltendes Schaltmittel betätigt wird. Auf diese Weise kann das Abstellen der Brennkraftmaschine zuverlässig erkannt werden.

Vorteilhaft ist, wenn die Brennkraftmaschine erst nach einer zeitlichen Verzögerung zum Betätigen des die Brennkraftmaschine ausschaltenden Schaltmittels abgestellt wird, da auf diese Weise genügend Zeit zum Aufbau des vorbestimmten Unterdrucks im Kraftstofftank verbleibt.

In vorteilhafter Weise wird der Unterdruck im Kraftstofftank durch einen Drucksensor gemessen, der auch den Druckverlauf im Tankentlüftungssystem überwacht.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden  
5 Beschreibung näher erläutert.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

10 Die Zeichnung zeigt vereinfacht eine bereits bekannte Tankentlüftungsvorrichtung. Die Tankentlüftungsvorrichtung dient dazu, aus einem Kraftstofftank verflüchtigten Kraftstoff einer Brennkraftmaschine der Verbrennung zuzuführen.

15 Ein Kraftstofftank 1 ist über eine Entlüftungsleitung 2, ein Tankentlüftungsventil 3 und eine Saugleitung 4 zumindest mittelbar mit einem sogenannten Ansaugrohr 5 einer Brennkraftmaschine 6 verbunden. In der Entlüftungsleitung 2  
20 kann beispielsweise ein Speicher 9 angeordnet sein, der in bekannter Weise aus dem Kraftstofftank 1 verflüchtigten Kraftstoff vorübergehend aufnimmt. Der Speicher 9 enthält Kraftstoff adsorbierendes Material, beispielsweise Aktivkohle. Der Speicher 9 ist über eine Belüftungsleitung  
25 10 mit der Atmosphäre verbunden. Die Belüftungsleitung 10 weist ein Strömungselement 11, beispielsweise ein Absperrventil, auf.

Ein Drucksensor 12 mißt den Druck im Kraftstofftank 1 und  
30 leitet das Signal über eine Signalleitung 14 an eine elektronische Motorsteuerung 13. Der Drucksensor 12 ist beispielsweise ein Differenzdrucksensor, kann aber auch ein Absolutdrucksensor sein. Die Motorsteuerung 13 ist über weitere Signalleitungen mit dem Tankentlüftungsventil 3 und  
35 dem Strömungselement 11 verbunden und kann das

Tankentlüftungsventil 3 und das Strömungselement 11 öffnend oder schließend ansteuern.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Tankleckdiagnose wird  
mittels der beschriebenen Tankentlüftungsvorrichtung  
durchgeführt. Der Speicher 9 nimmt in einer Beladungsphase  
aus dem Kraftstofftank 1 verflüchtigten Kraftstoff  
vorübergehend auf. Die Beladungsphase liegt vor, wenn die  
Brennkraftmaschine 6 nicht läuft und das Fahrzeug  
beispielsweise auf einem Parkplatz abgestellt ist. Nach der  
Beladungsphase, also nach einem Start der Brennkraftmaschine  
6, wird das Tankentlüftungsventil 3 in einer Spülphase  
geöffnet und Frischluft mittels eines Unterdrucks im  
Ansaugrohr 5 über die Belüftungsleitung 10 durch den  
Speicher 9 gesaugt. Das Kraftstoff adsorbierende Material  
des Speichers 9 gibt dabei den aufgenommenen Kraftstoff an  
die Frischluft ab. Dieser Prozeß wird als Desorption  
bezeichnet. Dabei entsteht ein Kraftstoff-Luftgemisch, das  
aus Frischluft und vom Speicher 9 abgegebenem Kraftstoff  
besteht. Der Volumenstrom des Kraftstoff-Luftgemischs wird  
auch als Spülvolumenstrom bezeichnet. Der Spülvolumenstrom  
gelangt über das geöffnete Tankentlüftungsventil 3 in das  
Ansaugrohr 5 und wird der Verbrennung in der  
Brennkraftmaschine 6 zugeführt.

Das erfindungsgemäße Verfahren zur Tankleckdiagnose dient  
dazu, ein Leck im Kraftstofftank 1 einschließlich der  
Entlüftungsleitung 2, der Belüftungsleitung 10 und dem  
Speicher 9 sowie dem Tankentlüftungsventil 3 und dem  
Strömungselement 11 zu erkennen. Durch ein solches Leck  
könnte verflüchtigter Kraftstoff in die Atmosphäre gelangen  
und zu hohen Kohlenwasserstoff-Emissionen führen.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Tankleckdiagnose  
wird während des Betriebs der Brennkraftmaschine 6 kurz vor

dem Abstellen ein Unterdruck im Kraftstofftank 1 aufgebaut, indem das Strömungselement 11 geschlossen und das Tankentlüftungsventil 3 geöffnet wird. Durch den Unterdruck im Ansaugrohr 5 wird Gas aus dem Kraftstofftank 1 gesaugt.

5 Da wegen des geschlossenen Strömungselements 11 keine Frischluft aus der Atmosphäre nachströmen kann, entsteht im Kraftstofftank 1 ein Unterdruck.

Das Abstellen der Brennkraftmaschine 6 kann aus Kenngrößen der Motorsteuerung, beispielsweise der Drehzahl oder der Betriebsart der Brennkraftmaschine 6, mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit vorausschauend erkannt werden. Ist beispielsweise die Drehzahl der Brennkraftmaschine 6 für eine vorbestimmte Zeit unterhalb einem vorbestimmten Wert,

10 kann ein bevorstehendes Abstellen der Brennkraftmaschine 6 angenommen werden. Unter dieser Annahme bildet die Motorsteuerung beispielsweise ein Abstellsignal, das den Aufbau des Unterdrucks im Kraftstofftank 1 bei noch laufender Brennkraftmaschine 6 durch das Schließen des

15 Strömungselements 11 und das Öffnen des Tankentlüftungsventils 3 einleitet. Es ist aber auch möglich, das bevorstehende Abstellen der Brennkraftmaschine 6 durch das Betätigen eines die Brennkraftmaschine ausschaltenden Schaltmittels durch einen Fahrer zu erkennen

20 und dabei das Abstellsignal zu bilden. Damit die Zeit zum Aufbau des vorbestimmten Unterdrucks im Kraftstofftank 1 ausreicht, wird die Brennkraftmaschine 6 erst abgestellt, wenn der vorbestimmte Unterdruck im Kraftstofftank 1 erreicht ist. Das Abstellen der Brennkraftmaschine 6 erfolgt

25 also bei diesem Ausführungsbeispiel erst mit einer zeitlichen Verzögerung zum Betätigen des die Brennkraftmaschine 6 ausschaltenden Schaltmittels durch den Fahrer.

30



Wenn der Unterdruck im Kraftstofftank 1 den vorbestimmten Wert erreicht hat, wird das Tankentlüftungsventil 3 in einer Druckregelphase mittels einer Regelung der Motorsteuerung 13, beispielsweise mittels einer Zweipunktregelung oder  
5 einer kontinuierlichen Regelung, derart öffnend oder schließend angesteuert, daß der Unterdruck im Kraftstofftank 1 näherungsweise auf dem vorbestimmten Wert konstant gehalten wird.

10 Beim Abstellen der Brennkraftmaschine 6 und damit Stillstand des Fahrzeugs wird die Druckregelphase beendet, das Tankentlüftungsventil 3 geschlossen und anschließend die Tankleckdiagnose gestartet. Die Tankleckdiagnose überwacht den Unterdruck im Kraftstofftank 1 mittels des Drucksensors  
15 12, ausgehend von dem in der Druckregelphase aufgebauten konstanten Unterdruck. Bei einer dichten Tankentlüftungsvorrichtung bleibt der konstante Unterdruck im Kraftstofftank 1 erhalten. Bei einer undichten Tankentlüftungsvorrichtung kann Luft aus der Atmosphäre in  
20 den Kraftstofftank 1 strömen, so daß dort der Druck ansteigt. Steigt also der Druck im Kraftstofftank 1 innerhalb eines vorbestimmten Zeitintervalls, schließt die Tankleckdiagnose auf ein Leck.

25 Während der Druckregelphase kann der Speicher 9 nicht im vollen Umfang wie während der Spülphase gespült werden, so daß er nicht vollständig regeneriert ist und dadurch nicht die volle Speicherkapazität aufweist, wenn die Brennkraftmaschine 6 während der Druckregelphase abgestellt  
30 würde. Daher ist es sinnvoll, das Strömungselement 11 erst zu schließen und das Tankentlüftungsventil 3 erst zu öffnen, wenn die Motorsteuerung mit dem Abstellsignal ein bevorstehendes Abstellen der Brennkraftmaschine 6 signalisiert. Dadurch wird erst kurz vor dem möglichen  
35 Abstellen der Brennkraftmaschine 6 ein konstanter Unterdruck

im Kraftstofftank 1 aufgebaut, so daß die Druckregelphase zeitlich sehr kurz ist und sich nicht nachteilig auf die Speicherkapazität des Speichers 9 auswirkt.

5 Ist die Annahme falsch und die Brennkraftmaschine 6 wird innerhalb einer vorbestimmten Zeit nicht abgeschaltet, wird der Unterdruck im Kraftstofftank 1 wieder abgebaut, indem das Strömungselement 11 wieder geöffnet wird.

10 Da erfindungsgemäß die Tankleckdiagnose nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine 6 und damit im Stillstand des  
Fahrzeugs erfolgt, werden die Tankleckdiagnose negativ  
beeinträchtigende Störeinflüsse verringert, so daß das  
Ergebnis der Tankleckdiagnose zuverlässiger ist als beim  
15 Stand der Technik. Ein Störeinfluß ist die Ausgasung von Kraftstoff während der Tankleckdiagnose, da durch die Ausgasung von Kraftstoff der Druck im Kraftstofftank 1 ansteigt und damit Unterdruck abgebaut wird, so daß  
irrtümlicherweise auf ein nicht vorhandenes Leck geschlossen  
20 werden könnte. Die Ausgasung wird beispielsweise beeinflusst beim Beschleunigen, Bremsen und bei Kurvenfahrt des Fahrzeugs und bei wechselnden Straßenbelägen, da der Kraftstoff jeweils unterschiedlich im Kraftstofftank 1 hin und her bewegt wird. Ein weiterer Störeinfluß ist eine  
25 Änderung des Atmosphärendrucks, die beispielsweise bei einer Bergfahrt oder Talfahrt auftritt. Durch die Änderung des Atmosphärendrucks verändert sich der Differenzdruck zwischen dem Kraftstofftank 1 und der Atmosphäre, was das  
Diagnoseergebnis verfälscht, wenn der Drucksensor 12 ein  
30 Differenzdrucksensor ist. Bei einer Talfahrt steigt der Atmosphärendruck und damit auch die Druckdifferenz, so daß scheinbar auch der Unterdruck im Kraftstofftank 1 ansteigt. Bei einer Bergfahrt sinkt der Atmosphärendruck und damit auch die Druckdifferenz, so daß scheinbar auch der  
35 Unterdruck im Kraftstofftank 1 abnimmt. Die Änderung des

Atmosphärendrucks kann sich auf die beschriebene Weise mit dem durch ein Leck verursachten Unterdruckabbau verstärkend oder abschwächend überlagern und dadurch das Diagnoseergebnis verfälschen.

5

Da die Tankleckdiagnose nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine 6 erfolgt, steht für die Durchführung der Tankleckdiagnose genügend Zeit zur Verfügung. Auch werden Störungen, die durch den Betrieb der Brennkraftmaschine 6 entstehen, beispielsweise durch den Betrieb einer Kraftstoffpumpe im Kraftstofftank 1, vermieden. Die im Leerlauf durchgeführten Tankleckdiagnosen dagegen sind von der Anzahl und der Dauer der Leerlaufphasen abhängig und müssen oft ohne Diagnoseergebnis abgebrochen werden, da beispielsweise die Leerlaufphase zu kurz gewesen ist.

10

15

21.07.03 Hue

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

# Ansprüche

15

20

25

30

35

1. Verfahren zur Tankleckdiagnose in einer Tankentlüftungsvorrichtung bestehend aus einem Kraftstofftank, der zumindest mittelbar über einen Speicher und ein Tankentlüftungsventil mit einem Ansaugrohr einer Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs verbunden ist, wobei der Speicher eine Belüftungsleitung mit einem Absperrventil aufweist und wobei die Tankleckdiagnose nach Abstellen der Brennkraftmaschine mittels Unterdruck erfolgt, dadurch gekennzeichnet, dass der Unterdruck im Kraftstofftank (1) unmittelbar vor dem Abstellen der Brennkraftmaschine (6) erzeugt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Unterdruck im Kraftstofftank (1) durch ein Schließen des Strömungselements (11) und zumindest teilweises Öffnen des Tankentlüftungsventils (3) erzeugt und anschließend in einer Druckregelphase mittels einer Regelung auf einem vorbestimmten Wert annähernd konstant gehalten wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelung des Unterdrucks auf den konstanten Wert mittels einer Zweipunktregelung oder einer kontinuierlichen Regelung erfolgt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Tankentlüftungsventil (3) geschlossen wird, sobald die Brennkraftmaschine (6) abgestellt wird.

5

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Unterdruck im Kraftstofftank (1) erzeugt wird, wenn ein Abstellsignal in einer Motorsteuerung (13) gebildet wird.

10

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Abstellsignal erzeugt wird, sobald aus Kenngrößen der Motorsteuerung (13) ein bevorstehendes Abstellen der Brennkraftmaschine (6) vermutet wird.

15

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass als Kenngröße der Motorsteuerung (13) eine Drehzahl, ein Betriebszustand oder eine Getriebestufe der Brennkraftmaschine (6) dient.

20

8. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Abstellsignal erzeugt wird, sobald ein die Brennkraftmaschine ausschaltendes Schaltmittel betätigt wird.

25

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennkraftmaschine (6) erst nach einer zeitlichen Verzögerung zum Betätigen des die Brennkraftmaschine (6) ausschaltenden Schaltmittels abgestellt wird.

30

10. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Unterdruck im Kraftstofftank (1) durch einen Drucksensor (12) gemessen wird.

21.07.03 Hue

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

5

### Verfahren zur Tankleckdiagnose

#### 10 Zusammenfassung

Bei bekannten Verfahren zur Tankleckdiagnose erfolgt die Tankleckdiagnose nach dem Abstellen einer Brennkraftmaschine. Eine Pumpe erzeugt nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine einen Unterdruck in einem Kraftstofftank. Ein Leck im Kraftstofftank wird erkannt durch einen durch das Leck verursachten Unterdruckabbau im Kraftstofftank. Nachteilig ist, daß auch der Unterdruck erst nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine erzeugt wird, da das aus der Tankentlüftungsvorrichtung abgesaugte Gas nicht mehr der Verbrennung in der Brennkraftmaschine zugeführt werden kann. Stattdessen muß das Gas aufwendig in einem zusätzlichen Speicher zwischengelagert werden, damit es nicht in die Atmosphäre gelangt.

20 Das erfindungsgemäße Verfahren vereinfacht die Tankleckdiagnose gegenüber dem Stand der Technik.

30 Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, daß der Unterdruck im Kraftstofftank (1) unmittelbar vor dem Abstellen der Brennkraftmaschine (6) erzeugt und danach die Tankleckdiagnose bei abgestellter Brennkraftmaschine (6) durchgeführt wird.

1/1

